

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

T. Moriya et al
9/7/00
060775
10f1

JC825 U.S. PTO
09/656713



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 9月 9日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第255320号

出 願 人

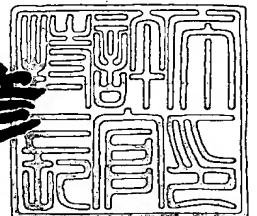
Applicant (s):

日本電気株式会社

2000年 2月18日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特2000-3008354

【書類名】 特許願

【整理番号】 34700714

【提出日】 平成11年 9月 9日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01N 15/02
G01N 21/47
H01L 21/66

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 守屋 剛

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 上杉 文彦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 伊藤 奈津子

【特許出願人】

【識別番号】 000004237

【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100104916

【弁理士】

【氏名又は名称】 古溝 聡

【選任した代理人】

【識別番号】 100095407

【弁理士】

【氏名又は名称】 木村 満

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 平成10年特許願第259532号

【出願日】 平成10年 9月14日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 073679

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9715824

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 パーティクルモニタ装置、パーティクルモニタ方法、及び、記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

パーティクルモニタ対象領域にレーザ光を照射するレーザ照射手段と、

マトリックス状に配置された複数の受光素子を備え、複数の前記パーティクルによって散乱された前記レーザ光の散乱光を受光し、複数の画素の輝度値を画像データとして出力する受光手段と、

前記受光手段によって出力された画像データを使用して、各パーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域を検出する領域検出手段と、

前記領域検出手段によって検出された画素領域内の最大輝度値を検出する最大輝度値検出手段と、

前記最大輝度値検出手段によって検出された最大輝度値を、予め設定された基準値と比較して、パーティクルの相対的な大きさを測定する大きさ測定手段と、
を備えることを特徴とするパーティクルモニタ装置。

【請求項 2】

パーティクルモニタ対象領域にレーザ光を照射するレーザ照射手段と、

マトリックス状に配置された複数の受光素子を備え、複数の前記パーティクルによって散乱された前記レーザ光の散乱光を受光し、複数の画素の輝度値を画像データとして出力する受光手段と、

前記受光手段によって出力された画像データを使用して、各パーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域を検出する領域検出手段と、

前記領域検出手段によって検出された画素領域内の画素数を計数する画素数計数手段と、

前記画素数計数手段によって計数された画素数を、予め設定された基準値と比較して、パーティクルの相対的な大きさを測定する大きさ測定手段と、

を備えることを特徴とするパーティクルモニタ装置。

【請求項 3】

パーティクルモニタ対象領域にレーザ光を照射するレーザ照射手段と、

マトリックス状に配置された複数の受光素子を備え、複数の前記パーティクルによって散乱された前記レーザ光の散乱光を受光し、複数の画素の輝度値を画像データとして出力する受光手段と、

前記受光手段によって出力された画像データを使用して、各パーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域を検出する領域検出手段と、

前記領域検出手段によって検出された画素領域内の輝度値の総和を求める総和手段と、

前記総和手段によって求められた輝度値の総和を、予め設定された基準値と比較して、パーティクルの相対的な大きさを測定する大きさ測定手段と、

を備えることを特徴とするパーティクルモニタ装置。

【請求項 4】

パーティクルモニタ対象領域にレーザ光を照射するレーザ照射手段と、

マトリックス状に配置された複数の受光素子を備え、複数の前記パーティクルによって散乱された前記レーザ光の散乱光を受光し、複数の画素の輝度値を画像データとして出力する受光手段と、

前記受光手段によって出力された画像データを使用して、各パーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域を検出する領域検出手段と、

前記領域検出手段によって検出された画素領域内の輝度値から前記散乱光の強度を測定する強度測定手段と、

前記強度測定手段によって求められた前記散乱光の強度と、散乱光の強度とパーティクルの絶対的な大きさとの関係を示す関係式とを用いて、前記パーティクルの絶対的な大きさを求める実測手段と、

を備えることを特徴とするパーティクルモニタ装置。

【請求項 5】

前記領域検出手段は、

各画素の輝度値を比較する基準となるしきい値を設定する設定手段と、

前記輝度値が、前記設定手段によって設定されたしきい値以上であるか否かを判断し、該輝度値がしきい値以上であると判断した画素の内、互いに隣接する画素を1つのパーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域として検出する検出手段と、

を備えることを特徴とする請求項1乃至4の何れか1項に記載のパーティクルモニタ装置。

【請求項6】

前記最大輝度値検出手段によって検出された前記最大輝度値から前記散乱光の強度を測定する強度測定手段と、

前記強度測定手段によって求められた前記散乱光の強度と、散乱光の強度とパーティクルの絶対的な大きさとの関係を示す関係式とを用いて、前記パーティクルの絶対的な大きさを求める実測手段と、

をさらに備えることを特徴とする請求項1に記載のパーティクルモニタ装置。

【請求項7】

前記パーティクルは、半導体の製造によって発生したものであり、

前記パーティクルが製造される半導体に不良を発生させるか否かを判別するために、前記実測手段によって求められた前記パーティクルの絶対的な大きさが、予め設定された基準の大きさより大きいか否かを判別する判別手段と、

前記判別手段が、前記パーティクルの絶対的な大きさは前記基準の大きさよりも大きいと判別した場合に、半導体の製造を中止させる中止手段と、

をさらに備えることを特徴とする請求項4又は6に記載のパーティクルモニタ装置。

【請求項8】

前記総和手段は、

前記領域検出手段によって検出された画素領域内の最大輝度値を検出する最大輝度値検出手段と、

前記領域検出手段によって検出された画素領域内の画素数を計数する画素数計

数手段と、をさらに備え、

前記大きさ測定手段は、

前記最大輝度値検出手段によって検出された最大輝度値を、予め設定された基準値と比較して、パーティクルの相対的な大きさを測定する第 1 の測定手段、及び、前記画素数計数手段によって計数された画素数を、予め設定された基準値と比較して、パーティクルの相対的な大きさを測定する第 2 の測定手段の少なくとも 1 つ、をさらに備え、

前記大きさ測定手段は、前記輝度値の総和から求められた大きさと、前記第 1 及び第 2 の測定手段によって得られたパーティクルの相対的な大きさの少なくとも 1 つとを使用して、パーティクルの相対的な大きさを求める手段をさらに備える、

ことを特徴とする請求項 3 に記載のパーティクルモニタ装置。

【請求項 9】

パーティクルモニタ対象領域にレーザ光を照射するレーザ照射工程と、

マトリックス状に配置された複数の受光素子を使用して、複数の前記パーティクルによって散乱された前記レーザ光の散乱光を受光し、複数の画素の輝度値を画像データとして出力する受光工程と、

前記受光工程で出力された画像データを使用して、各パーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域を検出する領域検出工程と、

前記領域検出工程で検出された画素領域内の最大輝度値を検出する最大輝度値検出工程と、

前記最大輝度値検出工程で検出された最大輝度値を、予め設定された基準値と比較して、パーティクルの相対的な大きさを測定する大きさ測定工程と、

を備えることを特徴とするパーティクルモニタ方法。

【請求項 10】

パーティクルモニタ対象領域にレーザ光を照射するレーザ照射工程と、

マトリックス状に配置された複数の受光素子を使用して、複数の前記パーティクルによって散乱された前記レーザ光の散乱光を受光し、複数の画素の輝度値を画像データとして出力する受光工程と、

前記受光工程で出力された画像データを使用して、各パーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域を検出する領域検出工程と、

前記領域検出工程で検出された画素領域内の画素数を計数する画素数計数工程と、

前記画素数計数工程で計数された画素数を、予め設定された基準値と比較して、パーティクルの相対的な大きさを測定する大きさ測定工程と、

を備えることを特徴とするパーティクルモニタ方法。

【請求項 1 1】

パーティクルモニタ対象領域にレーザ光を照射するレーザ照射工程と、

マトリックス状に配置された複数の受光素子を使用して、複数の前記パーティクルによって散乱された前記レーザ光の散乱光を受光し、複数の画素の輝度値を画像データとして出力する受光工程と、

前記受光工程で出力された画像データを使用して、各パーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域を検出する領域検出工程と、

前記領域検出工程で検出された画素領域内の輝度値の総和を求める総和工程と、

前記総和工程で求められた輝度値の総和を、予め設定された基準値と比較して、パーティクルの相対的な大きさを測定する大きさ測定工程と、

を備えることを特徴とするパーティクルモニタ方法。

【請求項 1 2】

パーティクルモニタ対象領域にレーザ光を照射するレーザ照射工程と、

マトリックス状に配置された複数の受光素子を使用して、複数の前記パーティクルによって散乱された前記レーザ光の散乱光を受光し、複数の画素の輝度値を画像データとして出力する受光工程と、

前記受光工程で出力された画像データを使用して、各パーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域を検出する領域検出工程と、

前記領域検出工程で検出された画素領域内の輝度値から前記散乱光の強度を測定する強度測定工程と、

前記強度測定工程で求められた前記散乱光の強度と、散乱光の強度とパーティ

クルの絶対的な大きさとの関係を示す関係式とを用いて、前記パーティクルの絶対的な大きさを求める実測工程と、

を備えることを特徴とするパーティクルモニタ方法。

【請求項 1 3】

前記領域検出工程は、

各画素の輝度値を比較する基準となるしきい値を設定する設定工程と、

前記輝度値が、前記設定手段によって設定されたしきい値以上であるか否かを判断し、該輝度値がしきい値以上であると判断した画素の内、互いに隣接する画素を 1 つのパーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域として検出する検出工程と、

を備えることを特徴とする請求項 9 乃至 1 2 の何れか 1 項に記載のパーティクルモニタ方法。

【請求項 1 4】

前記最大輝度値検出工程で検出された前記最大輝度値から前記散乱光の強度を測定する強度測定工程と、

前記強度測定工程で求められた前記散乱光の強度と、散乱光の強度とパーティクルの絶対的な大きさとの関係を示す関係式とを用いて、前記パーティクルの絶対的な大きさを求める実測工程と、

をさらに備えることを特徴とする請求項 9 に記載のパーティクルモニタ方法。

【請求項 1 5】

前記パーティクルは、半導体の製造によって発生したものであり、

前記パーティクルが製造される半導体に不良を発生させるか否かを判別するために、前記実測工程で求められた前記パーティクルの絶対的な大きさが、予め設定された基準の大きさより大きいか否かを判別する判別工程と、

前記判別工程で、前記パーティクルの絶対的な大きさは前記基準の大きさよりも大きいと判別した場合に、半導体の製造を中止させる中止工程と、

をさらに備えることを特徴とする請求項 1 2 又は 1 4 に記載のパーティクルモニタ方法。

【請求項 1 6】

前記総和工程は、

前記領域検出工程で検出された画素領域内の最大輝度値を検出する最大輝度値検出工程と、

前記領域検出工程で検出された画素領域内の画素数を計数する画素数計数工程と、をさらに備え、

前記大きさ測定工程は、

前記最大輝度値検出工程で検出された最大輝度値を、予め設定された基準値と比較して、パーティクルの相対的な大きさを測定する第 1 の測定工程、及び、前記画素数計数工程で計数された画素数を、予め設定された基準値と比較して、パーティクルの相対的な大きさを測定する第 2 の測定工程の少なくとも 1 つ、をさらに備え、

前記大きさ測定工程は、前記輝度値の総和から求められた大きさと、前記第 1 及び第 2 の測定工程で得られたパーティクルの相対的な大きさの少なくとも 1 つとを使用して、パーティクルの相対的な大きさを求める工程をさらに備える、

ことを特徴とする請求項 1 1 に記載のパーティクルモニタ方法。

【請求項 1 7】

コンピュータを、

マトリックス状に配置された複数の受光素子で受光された、複数のパーティクルによって散乱された散乱光の輝度値を示す画像データから、各画素の輝度値を比較する基準となるしきい値を設定する設定手段と、

前記輝度値が、前記設定手段によって設定されたしきい値以上であるか否かを判断し、該輝度値はしきい値以上であると判断した画素の内、互いに隣接する画素を 1 つのパーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域として検出する領域検出手段と、

前記領域検出手段によって検出された画素領域内の最大輝度値を検出する最大輝度値検出手段と、

前記最大輝度値検出手段によって検出された最大輝度値を、予め設定された基準値と比較して、パーティクルの相対的な大きさを測定する大きさ測定手段と、

を備えるパーティクルモニタ装置として機能させるためのプログラム及びデー

タを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 1 8】

コンピュータを、

マトリックス状に配置された複数の受光素子で受光された、複数のパーティクルによって散乱された散乱光の輝度値を示す画像データから、各画素の輝度値を比較する基準となるしきい値を設定する設定手段と、

前記輝度値が、前記設定手段によって設定されたしきい値以上であるか否かを判断し、該輝度値はしきい値以上であると判断した画素の内、互いに隣接する画素を 1 つのパーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域として検出する領域検出手段と、

前記領域検出手段によって検出された画素領域内の画素数を計数する画素計数手段と、

前記画素数計数手段によって計数された画素数を、予め設定された基準値と比較して、パーティクルの相対的な大きさを測定する大きさ測定手段と、

を備えるパーティクルモニタ装置として機能させるためのプログラム及びデータを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 1 9】

コンピュータを、

マトリックス状に配置された複数の受光素子で受光された、複数のパーティクルによって散乱された散乱光の輝度値を示す画像データから、各画素で受光した散乱光の輝度値を比較する基準となるしきい値を設定する設定手段と、

前記輝度値が、前記設定手段によって設定されたしきい値以上であるか否かを判断し、該輝度値はしきい値以上であると判断した画素の内、互いに隣接する画素を 1 つのパーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域として検出する領域検出手段と、

前記領域検出手段によって検出された画素領域内の輝度値の総和を求める総和手段と、

前記総和手段によって求められた輝度値の総和を、予め設定された基準値と比較して、パーティクルの相対的な大きさを測定する大きさ測定手段と、

を備えるパーティクルモニタ装置として機能させるためのプログラム及びデータを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 2 0】

コンピュータを、

半導体の製造で発生したパーティクルのモニタ対象領域にレーザ光を照射するレーザ照射手段と、

マトリックス状に配置された複数の受光素子を備え、複数の前記パーティクルによって散乱された前記レーザ光の散乱光を受光し、複数の画素の輝度値を画像データとして出力する受光手段と、

前記受光手段によって出力された画像データを使用して、各パーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域を検出する領域検出手段と、

前記領域検出手段によって検出された画素領域内の輝度値から前記散乱光の強度を求める強度測定手段と、

前記強度測定手段によって求められた前記散乱光の強度と、散乱光の強度とパーティクルの絶対的な大きさとの関係を示す関係式とを用いて、前記パーティクルの絶対的な大きさを求める実測手段と、

前記パーティクルが、製造される半導体に不良を発生させるか否かを判別するために、前記実測手段によって求められた前記パーティクルの絶対的な大きさが、予め設定された基準の大きさより大きいか否かを判別する判別手段と、

前記判別手段が、前記パーティクルの絶対的な大きさは、前記基準の大きさよりも大きいと判別した場合に、半導体の製造を中止させる中止手段と、

を備えるパーティクルモニタ装置として機能させるためのプログラム及びデータを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体製造時に発生する粉塵等のパーティクルを、レーザ光を用いてモニタするパーティクルモニタ装置、パーティクルモニタ方法、及び、記録媒

体に関し、特に、レーザ光の散乱を利用してリアルタイムでパーティクルをモニタするパーティクルモニタ装置、パーティクルモニタ方法、及び、記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体の製造時には、その製造室内に粉塵等の粒子（パーティクル）が発生する。このような粒子が半導体に付着すると、半導体の性能等を低下させる原因となる。従って、半導体製造室内の粒子の発生原因や発生メカニズム等を求め、又は、粒子の発生を抑えるように半導体製造装置を制御するために、粒子を計測する多くの装置が開発されてきた。

【0003】

従来のパーティクルモニタシステムの一例が、1991年に発行された「ジャーナル・オブ・バキューム・サイエンス・アンド・テクノロジー (Journal of Vacuum Science and Technology)」誌の第B9巻、第3487頁乃至第3492頁、及び、1996年に発行された同誌の第A14巻、第649頁乃至第654頁に掲載されたセルビン (Gary S. Selwyn) による論文に記載されている。図9に示すように、プロセス装置の反応チャンバ15の壁面には、レーザ光源11から出射されるレーザ光を導入するための導入窓16と、反応チャンバ15内に導入されパーティクル19に当たって散乱したレーザ光を反応チャンバ15の外部から計測するための検出窓17とが設けられている。

【0004】

このパーティクルモニタシステムはつぎのように動作する。レーザ光源11から出射されたレーザ光は、振動ミラー13で反射された後、導入窓16を介して反応チャンバ15内に導入される。反応チャンバ15内に導入されたレーザ光は粒子19に当たると散乱され、この散乱光は検出窓17を通してCCDカメラ等の散乱光検出器12で検出される。検出された散乱光は動画像として記録され、その動画像より散乱光の発生時刻、強度変化が示され、結果として粒子19の発生状況を知ることができる。なお、反応チャンバ15の、導入窓16を通して導入されたレーザ光が到達する領域には、レーザ光を吸収するためのビームダンパ1

8 が取り付けられている。

【0 0 0 5】

以上の他にも、半導体を製造する製造室内に発生する粒子に関する情報を検出する技術は、特開平 4 - 5 4 4 4 0 号公報、特開平 5 - 2 7 3 1 1 0 号公報、特開平 6 - 8 2 3 5 8 号公報、及び、特開平 9 - 2 4 3 5 4 9 号公報に開示されている。

【0 0 0 6】

特開平 4 - 5 4 4 4 0 号公報に開示されている技術は、二つのレーザ光を回転ミラーで扇形に走査し、粒子によって散乱されたレーザ光を検出器で検出し、粒子の有無とその移動速度を測定している。

【0 0 0 7】

特開平 5 - 2 7 3 1 1 0 号公報に開示されている技術は、レーザ光の波長に比べて十分小さい粒子の大きさ（直径）を求めるための技術である。この技術では、散乱光の画像データにおいて、各画素の散乱強度を基に最大散乱強度を求め、公報に記されているように積分散乱強度は最大散乱強度に比例し、また粒子の直径の 6 乗にも比例するという関係を使用して、粒子の大きさを求めている。

【0 0 0 8】

特開平 6 - 8 2 3 5 8 号公報に開示されている技術は、赤、緑、及び、青の光を含むレーザ光を使用し、波長の違いと粒子の大きさの違いによって、レーザ光の散乱が異なることを利用している。この技術では、散乱されたレーザ光の色をテレビモニタで見て、粒子の大きさを測定している。

【0 0 0 9】

特開平 9 - 2 4 3 5 4 9 号公報に開示されている技術は、レーザ光を回転ミラーによって扇形に照射し、粒子によって散乱されたレーザ光を検出するものである。この技術では、複数のレーザ光源と複数の散乱光検出器を用いて、粒子の 3 次元分布に関する情報を得ている。

【0 0 1 0】

【発明が解決しようとする課題】

半導体の製造装置内で発生する粒子を効率的に制御するためには、粒子の大き

さや数等の情報をリアルタイムで得る必要がある。

【0 0 1 1】

しかし、上記した論文のパーティクルモニタシステムでは、検出された散乱光の動画像を使用しているので、画像中の粒子像が非常に複雑な場合は、粒子の大きさ等に関する情報をリアルタイムで得るのは困難であるという問題がある。

【0 0 1 2】

特開平 4－5 4 4 4 0 号公報に開示されている技術では、粒子の有無とその移動速度を求めることはできるが、粒子の発生原因等を探る手がかりとなる、個々の粒子の大きさ等に関する情報を得ることはできないという問題がある。

【0 0 1 3】

特開平 5－2 7 3 1 1 0 号公報に開示されている技術では、測定した最大散乱強度から粒子の大きさを求めるために、最大散乱強度の 6 乗根を計算しなければならない。従って、計算のプログラムが複雑になり、計算に多くの時間を要し、リアルタイムで粒子に関する情報を得るには時間がかかるという問題がある。

【0 0 1 4】

特開平 6－8 2 3 5 8 号公報に開示されている技術では、テレビモニタに示される色の違いによって粒子の大きさに関する情報を得ている。従って、得られた粒子像が複雑な場合は、粒子の大きさを正しく把握することが困難になるという問題がある。また、測定装置によって粒子の大きさを解析する場合には、色を分析するために装置が複雑になり、多くの分析時間を要するため、粒子に関する情報をリアルタイムで得られないという問題がある。

【0 0 1 5】

特開平 9－2 4 3 5 4 9 号公報に開示されている技術では、複数のレーザ光源と複数の散乱光検出器を用いているので、装置が大規模になるという問題がある。

【0 0 1 6】

従って、本発明は、簡単な構成で、粒子の様々な情報をリアルタイムで得ることのできるパーティクルモニタ装置、パーティクルモニタ方法、及び、記録媒体を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】

以上の目的を達成するために、本発明の第1の観点にかかるパーティクルモニタ装置は、パーティクルモニタ対象領域にレーザ光を照射するレーザ照射手段と、マトリックス状に配置された複数の受光素子を備え、複数の前記パーティクルによって散乱された前記レーザ光の散乱光を受光し、複数の画素の輝度値を画像データとして出力する受光手段と、前記受光手段によって出力された画像データを使用して、各パーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域を検出する領域検出手段と、前記領域検出手段によって検出された画素領域内の最大輝度値を検出する最大輝度値検出手段と、前記最大輝度値検出手段によって検出された最大輝度値を、予め設定された基準値と比較して、パーティクルの相対的な大きさを測定する大きさ測定手段と、を備えることを特徴とする。

この発明によれば、最大輝度値を比較するだけで、粒子の相対的な大きさを求めることができる。従って、粒子の相対的な大きさを求めるまでの時間が短く、リアルタイムで粒子の大きさに関する情報を得ることができる。

【0018】

本発明の第2の観点にかかるパーティクルモニタ装置は、パーティクルモニタ対象領域にレーザ光を照射するレーザ照射手段と、マトリックス状に配置された複数の受光素子を備え、複数の前記パーティクルによって散乱された前記レーザ光の散乱光を受光し、複数の画素の輝度値を画像データとして出力する受光手段と、前記受光手段によって出力された画像データを使用して、各パーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域を検出する領域検出手段と、前記領域検出手段によって検出された画素領域内の画素数を計数する画素数計数手段と、前記画素数計数手段によって計数された画素数を、予め設定された基準値と比較して、パーティクルの相対的な大きさを測定する大きさ測定手段と、を備えることを特徴とする。

この発明によれば、画素数を比較するだけで、粒子の相対的な大きさを求めることができる。従って、粒子の相対的な大きさを求めるまでの時間が短く、リア

リアルタイムで粒子の大きさに関する情報を得ることができる。

【0019】

本発明の第3の観点にかかるパーティクルモニタ装置は、パーティクルモニタ対象領域にレーザ光を照射するレーザ照射手段と、マトリックス状に配置された複数の受光素子を備え、複数の前記パーティクルによって散乱された前記レーザ光の散乱光を受光し、複数の画素の輝度値を画像データとして出力する受光手段と、前記受光手段によって出力された画像データを使用して、各パーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域を検出する領域検出手段と、前記領域検出手段によって検出された画素領域内の輝度値の総和を求める総和手段と、前記総和手段によって求められた輝度値の総和を、予め設定された基準値と比較して、パーティクルの相対的な大きさを測定する大きさ測定手段と、を備えることを特徴とする。

この発明によれば、輝度値の総和を比較するだけで、粒子の相対的な大きさを求めることができる。従って、粒子の相対的な大きさを求めるまでの時間が短く、リアルタイムで粒子の大きさに関する情報を得ることができる。

【0020】

本発明の第4の観点にかかるパーティクルモニタ装置は、パーティクルモニタ対象領域にレーザ光を照射するレーザ照射手段と、マトリックス状に配置された複数の受光素子を備え、複数の前記パーティクルによって散乱された前記レーザ光の散乱光を受光し、複数の画素の輝度値を画像データとして出力する受光手段と、前記受光手段によって出力された画像データを使用して、各パーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域を検出する領域検出手段と、前記領域検出手段によって検出された画素領域内の輝度値から前記散乱光の強度を測定する強度測定手段と、前記強度測定手段によって求められた前記散乱光の強度と、散乱光の強度とパーティクルの絶対的な大きさとの関係を示す関係式とを用いて、前記パーティクルの絶対的な大きさを求める実測手段と、を備えることを特徴とする。

この発明によれば、散乱光の強度からパーティクルの絶対的な大きさを求めることができる。このため、測定したパーティクルが、例えば半導体の製造によっ

て発生したものであれば、このパーティクルが製造中の半導体にどのような影響を与えるのかを予測することができる。

【 0 0 2 1 】

前記領域検出手段は、各画素の輝度値を比較する基準となるしきい値を設定する設定手段と、前記輝度値が、前記設定手段によって設定されたしきい値以上であるか否かを判断し、該輝度値がしきい値以上であると判断した画素の内、互いに隣接する画素を1つのパーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域として検出する検出手段と、を備えてもよい。

【 0 0 2 2 】

前記最大輝度値検出手段によって検出された前記最大輝度値から前記散乱光の強度を測定する強度測定手段と、前記強度測定手段によって求められた前記散乱光の強度と、散乱光の強度とパーティクルの絶対的な大きさとの関係を示す関係式とを用いて、前記パーティクルの絶対的な大きさを求める実測手段と、をさらに備えてもよい。

【 0 0 2 3 】

前記パーティクルは、半導体の製造によって発生したものであり、前記パーティクルが製造される半導体に不良を発生させるか否かを判別するために、前記実測手段によって求められた前記パーティクルの絶対的な大きさが、予め設定された基準の大きさより大きいか否かを判別する判別手段と、前記判別手段が、前記パーティクルの絶対的な大きさは前記基準の大きさよりも大きいと判別した場合に、半導体の製造を中止させる中止手段と、をさらに備えてもよい。

【 0 0 2 4 】

前記総和手段は、前記領域検出手段によって検出された画素領域内の最大輝度値を検出する最大輝度値検出手段と、前記領域検出手段によって検出された画素領域内の画素数を計数する画素数計数手段と、をさらに備え、前記大きさ測定手段は、前記最大輝度値検出手段によって検出された最大輝度値を、予め設定された基準値と比較して、パーティクルの相対的な大きさを測定する第1の測定手段、及び、前記画素数計数手段によって計数された画素数を、予め設定された基準値と比較して、パーティクルの相対的な大きさを測定する第2の測定手段の少な

くとも1つ、をさらに備え、前記大きさ測定手段は、前記輝度値の総和から求められた大きさと、前記第1及び第2の測定手段によって得られたパーティクルの相対的な大きさの少なくとも1つとを使用して、パーティクルの相対的な大きさを求める手段をさらに備えてもよい。

【0025】

本発明の第5の観点にかかるパーティクルモニタ方法は、パーティクルモニタ対象領域にレーザ光を照射するレーザ照射工程と、マトリックス状に配置された複数の受光素子を使用して、複数の前記パーティクルによって散乱された前記レーザ光の散乱光を受光し、複数の画素の輝度値を画像データとして出力する受光工程と、前記受光工程で出力された画像データを使用して、各パーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域を検出する領域検出工程と、前記領域検出工程で検出された画素領域内の最大輝度値を検出する最大輝度値検出工程と、前記最大輝度値検出工程で検出された最大輝度値を、予め設定された基準値と比較して、パーティクルの相対的な大きさを測定する大きさ測定工程と、を備えることを特徴とする。

本発明によっても、最大輝度値を比較するだけで、粒子の相対的な大きさを求めることができる。従って、粒子の相対的な大きさを求めるまでの時間が短く、リアルタイムで粒子の大きさに関する情報を得ることができる。

【0026】

本発明の第6の観点にかかるパーティクルモニタ方法は、パーティクルモニタ対象領域にレーザ光を照射するレーザ照射工程と、マトリックス状に配置された複数の受光素子を使用して、複数の前記パーティクルによって散乱された前記レーザ光の散乱光を受光し、複数の画素の輝度値を画像データとして出力する受光工程と、前記受光工程で出力された画像データを使用して、各パーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域を検出する領域検出工程と、前記領域検出工程で検出された画素領域内の画素数を計数する画素数計数工程と、前記画素数計数工程で計数された画素数を、予め設定された基準値と比較して、パーティクルの相対的な大きさを測定する大きさ測定工程と、を備えることを特徴とする。

本発明によっても、画素数を比較するだけで、粒子の相対的な大きさを求めることができる。従って、粒子の相対的な大きさを求めるまでの時間が短く、リアルタイムで粒子の大きさに関する情報を得ることができる。

【 0 0 2 7 】

本発明の第 7 の観点にかかるパーティクルモニタ方法は、パーティクルモニタ対象領域にレーザ光を照射するレーザ照射工程と、マトリックス状に配置された複数の受光素子を使用して、複数の前記パーティクルによって散乱された前記レーザ光の散乱光を受光し、複数の画素の輝度値を画像データとして出力する受光工程と、前記受光工程で出力された画像データを使用して、各パーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域を検出する領域検出工程と、前記領域検出工程で検出された画素領域内の輝度値の総和を求める総和工程と、前記総和工程で求められた輝度値の総和を、予め設定された基準値と比較して、パーティクルの相対的な大きさを測定する大きさ測定工程と、を備えることを特徴とする。

この発明によっても、輝度値の総和を比較するだけで、粒子の相対的な大きさを求めることができる。従って、粒子の相対的な大きさを求めるまでの時間が短く、リアルタイムで粒子の大きさに関する情報を得ることができる。

【 0 0 2 8 】

本発明の第 8 の観点にかかるパーティクルモニタ方法は、パーティクルモニタ対象領域にレーザ光を照射するレーザ照射工程と、マトリックス状に配置された複数の受光素子を使用して、複数の前記パーティクルによって散乱された前記レーザ光の散乱光を受光し、複数の画素の輝度値を画像データとして出力する受光工程と、前記受光工程で出力された画像データを使用して、各パーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域を検出する領域検出工程と、前記領域検出工程で検出された画素領域内の輝度値から前記散乱光の強度を測定する強度測定工程と、前記強度測定工程で求められた前記散乱光の強度と、散乱光の強度とパーティクルの絶対的な大きさとの関係を示す関係式とを用いて、前記パーティクルの絶対的な大きさを求める実測工程と、を備えることを特徴とする。

この発明によっても、散乱光の強度からパーティクルの絶対的な大きさを求めることができる。このため、測定したパーティクルが、例えば半導体の製造によって発生したものであれば、このパーティクルが製造中の半導体にどのような影響を与えるのかを予測することができる。

【 0 0 2 9 】

前記領域検出工程は、各画素の輝度値を比較する基準となるしきい値を設定する設定工程と、前記輝度値が、前記設定手段によって設定されたしきい値以上であるか否かを判断し、該輝度値がしきい値以上であると判断した画素の内、互いに隣接する画素を1つのパーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域として検出する検出工程と、を備えてもよい。

【 0 0 3 0 】

前記最大輝度値検出工程で検出された前記最大輝度値から前記散乱光の強度を測定する強度測定工程と、前記強度測定工程で求められた前記散乱光の強度と、散乱光の強度とパーティクルの絶対的な大きさとの関係を示す関係式とを用いて、前記パーティクルの絶対的な大きさを求める実測工程と、をさらに備えてもよい。

【 0 0 3 1 】

前記パーティクルは、半導体の製造によって発生したものであり、前記パーティクルが製造される半導体に不良を発生させるか否かを判別するために、前記実測工程で求められた前記パーティクルの絶対的な大きさが、予め設定された基準の大きさより大きいか否かを判別する判別工程と、前記判別工程で、前記パーティクルの絶対的な大きさは前記基準の大きさよりも大きいと判別した場合に、半導体の製造を中止させる中止工程と、をさらに備えてもよい。

【 0 0 3 2 】

前記総和工程は、前記領域検出工程で検出された画素領域内の最大輝度値を検出する最大輝度値検出工程と、前記領域検出工程で検出された画素領域内の画素数を計数する画素数計数工程と、をさらに備え、前記大きさ測定工程は、前記最大輝度値検出工程で検出された最大輝度値を、予め設定された基準値と比較して、パーティクルの相対的な大きさを測定する第1の測定工程、及び、前記画素数

計数工程で計数された画素数を、予め設定された基準値と比較して、パーティクルの相対的な大きさを測定する第2の測定工程の少なくとも1つ、をさらに備え、前記大きさ測定工程は、前記輝度値の総和から求められた大きさと、前記第1及び第2の測定工程で得られたパーティクルの相対的な大きさの少なくとも1つとを使用して、パーティクルの相対的な大きさを求める工程をさらに備えてもよい。

【0033】

本発明の第9の観点にかかるコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、コンピュータを、マトリックス状に配置された複数の受光素子で受光された、複数のパーティクルによって散乱された散乱光の輝度値を示す画像データから、各画素の輝度値を比較する基準となるしきい値を設定する設定手段と、前記輝度値が、前記設定手段によって設定されたしきい値以上であるか否かを判断し、該輝度値はしきい値以上であると判断した画素の内、互いに隣接する画素を1つのパーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域として検出する領域検出手段と、前記領域検出手段によって検出された画素領域内の最大輝度値を検出する最大輝度値検出手段と、前記最大輝度値検出手段によって検出された最大輝度値を、予め設定された基準値と比較して、パーティクルの相対的な大きさを測定する大きさ測定手段と、を備えるパーティクルモニタ装置として機能させるためのプログラム及びデータを記録する。

【0034】

本発明の第10の観点にかかるコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、コンピュータを、マトリックス状に配置された複数の受光素子で受光された、複数のパーティクルによって散乱された散乱光の輝度値を示す画像データから、各画素の輝度値を比較する基準となるしきい値を設定する設定手段と、前記輝度値が、前記設定手段によって設定されたしきい値以上であるか否かを判断し、該輝度値はしきい値以上であると判断した画素の内、互いに隣接する画素を1つのパーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域として検出する領域検出手段と、前記領域検出手段によって検出された画素領域内の画素数を計数する画素計数手段と、前記画素数計数手段によって計数された画素数を、

予め設定された基準値と比較して、パーティクルの相対的な大きさを測定する大きさ測定手段と、を備えるパーティクルモニタ装置として機能させるためのプログラム及びデータを記録する。

【 0 0 3 5 】

本発明の第 1 1 の観点にかかるコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、コンピュータを、マトリックス状に配置された複数の受光素子で受光された、複数のパーティクルによって散乱された散乱光の輝度値を示す画像データから、各画素で受光した散乱光の輝度値を比較する基準となるしきい値を設定する設定手段と、前記輝度値が、前記設定手段によって設定されたしきい値以上であるか否かを判断し、該輝度値はしきい値以上であると判断した画素の内、互いに隣接する画素を 1 つのパーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域として検出する領域検出手段と、前記領域検出手段によって検出された画素領域内の輝度値の総和を求める総和手段と、前記総和手段によって求められた輝度値の総和を、予め設定された基準値と比較して、パーティクルの相対的な大きさを測定する大きさ測定手段と、を備えるパーティクルモニタ装置として機能させるためのプログラム及びデータを記録する。

【 0 0 3 6 】

本発明の第 1 2 の観点にかかるコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、コンピュータを、半導体の製造で発生したパーティクルのモニタ対象領域にレーザ光を照射するレーザ照射手段と、マトリックス状に配置された複数の受光素子を備え、複数の前記パーティクルによって散乱された前記レーザ光の散乱光を受光し、複数の画素の輝度値を画像データとして出力する受光手段と、前記受光手段によって出力された画像データを使用して、各パーティクルによって散乱された散乱光が入射した領域に対応する画素領域を検出する領域検出手段と、前記領域検出手段によって検出された画素領域内の輝度値から前記散乱光の強度を求める強度測定手段と、前記強度測定手段によって求められた前記散乱光の強度と、散乱光の強度とパーティクルの絶対的な大きさとの関係を示す関係式とを用いて、前記パーティクルの絶対的な大きさを求める実測手段と、前記パーティクルが、製造される半導体に不良を発生させるか否かを判別するために、前記実測手段によ

って求められた前記パーティクルの絶対的な大きさが、予め設定された基準の大きさより大きいか否かを判別する判別手段と、前記判別手段が、前記パーティクルの絶対的な大きさは、前記基準の大きさよりも大きいと判別した場合に、半導体の製造を中止させる中止手段と、を備えるパーティクルモニタ装置として機能させるためのプログラム及びデータを記録する。

【0037】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の第1の実施の形態にかかるパーティクルモニタシステムについて、図面を参照して説明する。

【0038】

図1は、パーティクルモニタシステムの構成を示す図である。

【0039】

パーティクルモニタシステムは、コンピュータ100と、レーザ光源装置110と、プロセス装置120、散乱光検出器130と、から構成されている。

【0040】

コンピュータ100は、中央処理装置、プロセッサ、又は、データ処理装置と呼ばれる装置の機能（データの転送、プログラムの制御、システムの管理等）を有する。具体的には、コンピュータ100は、パーティクルモニタシステムを制御し、モニタしたデータ等処理する。

【0041】

レーザ光源装置110は、コンピュータ100からの制御信号に応答して、プロセス装置120内にレーザ光140を照射する。このレーザ光140が照射する領域は、レーザ光140の断面積に相当する領域であるが、プロセス装置120内で発生した粒子のいくつかは、必ずこのレーザ光140の照射領域に入る。従って、レーザ光源装置110は、必ずしもレーザ光140を走査させる必要はない。また、プロセス装置120内で発生した粒子数は、レーザ光140の断面積当たりの粒子数に、レーザ光140の断面積とプロセス装置120の断面積の比（プロセス装置120の断面積／レーザ光140の断面積）をかけることによって求められる。なお、求められた粒子数はおおよその値であるので、レーザ光

1 4 0 の断面積は、必要な精度が得られるように調節されなければならない。

【0 0 4 2】

プロセス装置 1 2 0 は、半導体を製造するための装置である。半導体製造時には、プロセス装置 1 2 0 内に粉塵等の粒子が発生し、半導体に性能不良等を引き起こす原因となる。プロセス装置 1 2 0 は、レーザ光 1 4 0 を入射させるための窓 1 2 1 と、装置内の粒子（パーティクル）によって散乱されたレーザ光（散乱光 1 5 0）を出射するための窓 1 2 2 と、窓 1 2 1 と対向した面に配置され、散乱されなかったレーザ光 1 4 0 を吸収するための吸収器 1 2 3 と、を備えている。

【0 0 4 3】

散乱光検出器 1 3 0 は、マトリックス状に配置された複数の受光素子を有する CCD（Charge Coupled Device）カメラ等を備える。そして、散乱光検出器 1 3 0 は、プロセス装置 1 2 0 から出射されたレーザ光 1 4 0 の散乱光 1 5 0 を検出し、2 次元画像データとしてコンピュータ 1 0 0 に出力する。この 2 次元画像データは、画素の位置を示す座標と、各画素の輝度値が対応付けられたものである。例えば、CCD カメラで得られた散乱光 1 5 0 の画像は、図 2 に示すように複数の画素（図中の一つ一つの四角）から構成されている。そして、各画素の位置は（ i ， j ）のような座標で示される。

【0 0 4 4】

次に、上記したコンピュータ 1 0 0 の構成についてさらに説明する。

コンピュータ 1 0 0 は、図 3 に示すように、機能的に、領域探索部 1 0 1 と、領域内最大輝度値検出部 1 0 2 と、領域内輝度値総和計算部 1 0 3、領域内画素数計数部 1 0 4、パーティクル発生数計数部 1 0 5、パーティクル発生数／大きさ通知部 1 0 6 と、入力部 1 0 7 と、表示部 1 0 8 と、を備える。

【0 0 4 5】

領域探索部 1 0 1 は、メモリ等を備え、予め入力部 1 0 7 から入力されたしきい値を記憶する。また、領域探索部 1 0 1 は、散乱光検出器 1 3 0 から入力された 2 次元画像データと記憶しているしきい値とを使用して、後述する方法で 2 次元画像データを処理し、しきい値以上の輝度値を持つひとまとまりの画素領域（

高輝度画素領域)を検出する。そして、領域探索部101は、検出した高輝度画素領域の位置と光の輝度値とを取り出し、高輝度画素情報として領域内最大輝度値検出部102、領域内輝度値総和計算部103、領域内画素数計数部104、及び、パーティクル発生数計数部105に出力する。また、高輝度画素領域を検出できなかった場合、領域探索部101は、高輝度画素領域が存在しないことを示すゼロ情報を、パーティクル発生数/大きさ通知部106に出力する。

【0046】

領域内最大輝度値検出部102は、領域探索部101から入力された高輝度画素情報を使用して、高輝度画素領域に含まれる最大の輝度値を検出し、最大輝度値情報として、パーティクル発生数/大きさ通知部106に出力する。

【0047】

領域内輝度値総和計算部103は、領域探索部101から入力された高輝度画素情報を使用して、高輝度画素領域に含まれる輝度値の総和を求め、輝度値総和情報として、パーティクル発生数/大きさ通知部106に出力する。

【0048】

領域内画素数計数部104は、領域探索部101から入力された高輝度画素情報を使用して、高輝度画素領域に含まれる画素数を計数し、粒子画素数情報として、パーティクル発生数/大きさ通知部106に出力する。

【0049】

パーティクル発生数計数部105は、カウンタを備え、領域探索部101から高輝度画素情報が入力される度に、カウンタのカウント値を1増加し、そのカウント値を粒子数情報として、パーティクル発生数/大きさ通知部106に出力する。

【0050】

なお、上記した粒子によるレーザ光140の散乱は、散乱する粒子の大きさによって異なる。従って、領域内最大輝度値検出部102、領域内輝度値総和計算部103、及び、領域内画素数計数部104のそれぞれからの最大輝度値情報、輝度値総和情報、及び、粒子画素数情報は、それぞれ粒子の大きさを示している。また、パーティクル発生数計数部105からの粒子数情報は、粒子発生数に関

する情報を示している。

【 0 0 5 1 】

パーティクル発生数／大きさ通知部 1 0 6 は、メモリ等を備え、予め入力部 1 0 6 から入力された基準となる最大輝度値、輝度値の総和、及び、画素数を基準データとして記憶する。そして、パーティクル発生数／大きさ通知部 1 0 6 は、領域内最大輝度値検出部 1 0 2、領域内輝度値総和計算部 1 0 3、及び、領域内画素数計数部 1 0 4 から入力された情報を、それぞれ基準データで示される値と比較して粒子の相対的な大きさを求める。続いて、パーティクル発生数／大きさ通知部 1 0 6 は、各情報毎に求めた粒子の大きさに、入力部 1 0 7 から予め設定された重みをかけて平均をとり、粒子の相対的な大きさを求め、大きさ情報として表示部 1 0 8 に出力する。また、パーティクル発生数／大きさ通知部 1 0 6 は、領域探索部 1 0 1 から入力されたゼロ情報に応答して、パーティクル発生数計数部 1 0 5 から入力された粒子数情報を表示部 1 0 8 に出力する。

【 0 0 5 2 】

入力部 1 0 7 は、キーボード等を備え、領域探索部 1 0 1 が、2 次元画像データの処理で使用するしきい値、及び、パーティクル発生数／大きさ通知部 1 0 6 が、粒子の相対的な大きさを求めるときに使用する基準データ等を入力する。また、キーボードの所定キーが押下されることにより、レーザ光源装置 1 1 0 や上記した各部を制御する制御信号等が出力される。

【 0 0 5 3 】

表示部 1 0 8 は、パーティクル発生数／大きさ通知部 1 0 7 から入力された、粒子の大きさや数等に関する情報を出力する。この粒子の大きさや数等に関する情報は、例えば、コンピュータ 1 0 0 の画面に表示される。

【 0 0 5 4 】

次に、以上を示した構成のパーティクルモニタシステムの動作について説明する。

初めに、パーティクルモニタシステムの使用者が、コンピュータ 1 0 0 の入力部 1 0 7（キーボード）の所定キーを押下する。この押下により、コンピュータ 1 0 0 からレーザ光源装置 1 1 0 にレーザ光 1 4 0 の照射を指示する照射信号が

出力され、レーザ光源装置 110 は、プロセス装置 120 内へレーザ光 140 を照射する。

【0055】

プロセス装置 120 に設けられた窓 121 から入射されたレーザ光 140 は、その光路上に粒子が存在すれば散乱される。レーザ光 140 の散乱光 150 は、プロセス装置 120 に設けられた窓 122 から出射され、散乱光検出器 130 に入射する。

【0056】

散乱光検出器 130 に入射した散乱光 150 は、CCD カメラ等で受光され、2 次元画像データとしてコンピュータ 100 に出力される。

【0057】

コンピュータ 100 は、散乱光検出器 130 からの 2 次元画像データの入力に応答して、画素探索処理を開始する。

【0058】

図 4 は、コンピュータ 100 が行う画素探索処理を示すフローチャートである。

【0059】

領域探索部 101 は、散乱光検出器 130 からコンピュータ 100 に入力された 2 次元画像データを取得する（ステップ S100）。

【0060】

領域探索部 101 は、2 次元画像データで示される各画素の輝度値を、入力部 107 から予め入力されたしきい値と比較し、しきい値未満の画素の輝度値をゼロにリセットする（ステップ S101）。

【0061】

次に、領域探索部 101 は、処理した 2 次元画像データを使用して画素を 1 つずつ走査し、しきい値以上の輝度値を持つ画素を検出する（ステップ S102）。この画素の走査方法は、例えば図 2 では、(1, 1)、(1, 2)・・・(1, n)、(2, 1)、・・・、(2, n)、・・・という順に走査する。

【0062】

しきい値以上の輝度値を持つ画素を検出した場合（ステップS103；YES）、領域探索部101は、検出した画素に隣接する画素の中で、しきい値以上の輝度値を持つ画素を検出する（ステップS104）。例えば、図2中の斜線部分が、しきい値以上の輝度値を持つ画素であるとする、領域探索部101は、（1，1）の画素から順に走査していき、画素（2，2）を一番初めに検出する。そして、（2，2）に隣接する（1，2）、（2，1）、（2，3）、（3，2）にある画素の中で、輝度値がしきい値以上である画素を検出する。

【0063】

しきい値以上の輝度値を持つ画素を検出した場合（ステップS105；YES）、領域探索部101は、ステップS104にリターンして、さらに検出した画素に隣接する画素の中で、輝度値がしきい値以上である画素を検出する（ステップS104）。なお、領域探索部101は、一度検出した画素を検索対象から除く。図2では、ステップS104で（3，2）の画素を検出し、ステップS104にリターンして（3，2）に隣接する（3，1）、（3，3）、（4，2）の画素の中で、輝度値がしきい値以上である画素を検出する。

【0064】

しきい値以上の輝度値を持つ画素を検出できなかった場合（ステップS105；NO）、領域探索部101は、検出したしきい値以上の輝度値を持つ画素の位置（座標）及び輝度値を示す情報を高輝度画素情報として、領域内最大輝度値検出部102、領域内輝度値総和計算部103、領域内画素数計数部104、及び、パーティクル発生数計数部105に出力する。なお、ステップS105でNOとなるまでに検出された隣接するひとまとまりの画素領域（高輝度画素領域）が、1つの粒子によって散乱された散乱光150が入射した領域を示す画素領域となる。

【0065】

領域内最大輝度値検出部102は、入力された高輝度画素情報を使用して、高輝度画素領域にある光の輝度値の内、最大の輝度値を求める（ステップS106）。

【0066】

領域内輝度値総和計算部 1 0 3 は、入力された高輝度画素情報を使用して、高輝度画素領域にある光の輝度値の総和を求める（ステップ S 1 0 7）。

【0 0 6 7】

領域内画素数係数部 1 0 4 は、入力された高輝度画素情報を使用して、高輝度画素領域の画素数を求める（ステップ S 1 0 8）。

【0 0 6 8】

パーティクル発生数計数部 1 0 5 は、高輝度画素情報の入力に応答して、カウンタのカウント値を 1 増加する（ステップ S 1 0 9）。高輝度画素情報は、1 つの粒子によって散乱された散乱光 1 5 0 に関する情報であるので、カウント値は検出された粒子数を表すことになる。

【0 0 6 9】

以上の領域内最大輝度値検出部 1 0 2、領域内輝度値総和計算部 1 0 3、及び、領域内画素数計数部 1 0 4 が求めた値は、それぞれ最大輝度値情報、輝度値総和情報、粒子画素数情報として、パーティクル発生数／大きさ通知部 1 0 6 に出力される。また、パーティクル発生数計数部 1 0 5 がカウントしたカウント値は、粒子数情報としてパーティクル発生数／大きさ通知部 1 0 6 に出力される。この粒子数情報は、後述するように、ステップ S 1 1 2 で発生した粒子数として、表示部 1 0 8 より出力される。

【0 0 7 0】

パーティクル発生数／大きさ通知部 1 0 6 は、入力された最大輝度値情報、輝度値総和情報、及び、粒子画素数情報を基準データと比較し、各情報毎に粒子の相対的な大きさを求める。そして、パーティクル発生数／大きさ通知部 1 0 6 は、各情報毎に求めた大きさに予め設定された重みをかけて平均をとり、平均をとって得た粒子の大きさに関する情報を表示部 1 0 8 に出力して、表示させる（ステップ S 1 1 0）。

【0 0 7 1】

領域探索部 1 0 1 は、高輝度画素情報を出力した後、検出した高輝度画素領域の輝度値をゼロにリセットして（ステップ S 1 1 1）、ステップ S 1 0 2 にリターンする。ステップ S 1 1 1 において、検出した画素の輝度値をゼロにリセット

したので、次にステップ S 1 0 2 で画素を走査したとき、最初にしきい値以上の輝度値を持つ画素として検出されるのは、図 2 では (5 , 6) の画素である。

【 0 0 7 2 】

以上の処理は、ステップ S 1 0 3 でしきい値以上の輝度値を持つ画素が存在しないと判断されるまで繰り返される。

【 0 0 7 3 】

ステップ S 1 0 3 でしきい値以上の輝度値を持つ画素を検出できなかった場合 (ステップ S 1 0 3 ; N O) 、領域探索部 1 0 1 は、しきい値以上の輝度値を持つ画素が存在しないことを示すゼロ情報を、パーティクル発生数 / 大きさ通知部 1 0 6 に出力する。そして、パーティクル発生数 / 大きさ通知部 1 0 6 は、領域探索部 1 0 1 からのゼロ情報の入力に応答して、記憶しているパーティクル発生数係数部 1 0 5 からの粒子数情報を表示部 1 0 8 に出力して、コンピュータ 1 0 0 の画面等に表示する (ステップ S 1 1 2) 。

【 0 0 7 4 】

領域探索部 1 0 1 は、パーティクルモニタシステムの利用者が入力部 1 0 7 (キーボード) の所定キーを押下して、入力部 1 0 7 から画素探索処理の終了を示す終了信号が入力されたか否かを判断する (ステップ S 1 1 3) 。

【 0 0 7 5 】

終了信号が出力されなかった場合 (ステップ S 1 1 3 ; N O) 、ステップ S 1 0 0 にリターンし、領域探索部 1 0 1 は、未処理の 2 次元画像データを取得する (ステップ S 1 0 0) 。

【 0 0 7 6 】

終了信号が出力された場合 (ステップ S 1 1 3 ; Y E S) 、領域探索部 1 0 1 は、2 次元画像データを取得せず、画素探索処理を終了する。また、入力部 1 0 7 から出力された終了信号は、レーザ光源装置 1 1 0 にも出力される。そして、レーザ光源装置 1 1 0 は、終了信号の入力に応答して、レーザ光 1 4 0 の照射を終了する。

【 0 0 7 7 】

以上のように、上記の処理 (ステップ S 1 0 0 から 1 1 3 までの処理) は、入

力部 1 0 7 (キーボード) の所定キーが押下され、終了信号が出力されるまで繰り返される。

【 0 0 7 8 】

また、以上のようにして、粒子の大きさに関する情報が、リアルタイムでコンピュータ 1 0 0 の画面等に表示されるので、どのような大きさの粒子が発生しているかということを随時知ることができる。従って、半導体製造装置内の粒子の発生が少なくなるように、半導体製造装置を制御することができる。

【 0 0 7 9 】

次に、本発明の第 2 の実施の形態にかかるパーティクルモニタシステムについて図面を参照して説明する。

第 2 の実施の形態にかかるパーティクルモニタシステムの物理的構成は、第 1 の実施の形態 (図 1) と実質的に同一である。但し、第 2 の実施の形態にかかるパーティクルモニタシステムの機能的構成は、第 1 の実施の形態と異なる。具体的には、図 5 に示すように、コンピュータ 1 0 0 は、第 1 の実施の形態で示した構成 (図 3) に加えて、粒径計算部 1 0 9 をさらに備えている。

【 0 0 8 0 】

また、コンピュータ 1 0 0 の領域探索部 1 0 1 は、検出した高輝度画素領域の位置と光の輝度値とを示す高輝度画素情報を、領域内最大輝度値検出部 1 0 2、領域内輝度値総和計算部 1 0 3、領域内画素数計数部 1 0 4、及び、パーティクル発生数計数部 1 0 5 に出力すると共に、粒径計算部 1 0 9 にも出力する。

【 0 0 8 1 】

粒径計算部 1 0 9 は、メモリ等を備え、予め入力されたパラメータやプログラム等を記憶する。具体的には、粒径計算部 1 0 9 は、パーティクルの粒径をレイリー散乱の公式を用いて求めるためのプログラム及びパラメータと、求めた粒径を比較するための基準となる粒径 (基準粒径) と、を記憶する。なお、基準粒径は、製造される半導体 (例えば超 L S I) の設計寸法によって設定される。例えば、基準粒径は、半導体を構成する配線等の最小寸法と同一の値又は若干小さい値に設定される。

【 0 0 8 2 】

また、粒径計算部 1 0 9 は、領域探索部 1 0 1 からの高輝度画素情報で示される輝度値から散乱光の強度を算出する。なお、輝度値と散乱光の強度との関係は、強度が明らかな光源を用いた実験等によって求められ、粒径計算部 1 0 9 に予めセットされている。

【 0 0 8 3 】

また、粒径計算部 1 0 9 は、算出した散乱光の強度とレイリー散乱の式とを用いて、パーティクルの粒径を計算する。そして、粒径計算部 1 0 9 は、求めた粒径が基準粒径より大きいかな否かを判別する。即ち、粒径計算部 1 0 9 は、求めた粒径が、製造される半導体に不良を発生させる大きさであるかな否かを判別し、不良を発生させる大きさであると判別した場合には、プロセス装置 1 2 0 に製造中止信号を出力して、半導体の製造を中止させる。

なお、パーティクルモニタシステムの上記以外の機能的構成及び動作は、第 1 の実施の形態と実質的に同一である。

【 0 0 8 4 】

次に、上記粒径計算部 1 0 9 が粒径を計算する際の、コンピュータ 1 0 0 の動作について説明する。

始めに、第 1 の実施の形態と同様に、パーティクルモニタシステムの利用者が、コンピュータ 1 0 0 の入力部 1 0 7 (キーボード) の所定キーを押下する。この押下により、コンピュータ 1 0 0 からレーザ光源装置 1 1 0 にレーザ光 1 4 0 の照射を指示する照射信号が出力され、レーザ光源装置 1 1 0 は、プロセス装置 1 2 0 内へレーザ光 1 4 0 を照射する。

【 0 0 8 5 】

プロセス装置 1 2 0 内に照射されたレーザ光 1 4 0 は、プロセス装置 1 2 0 内で発生したパーティクルによって散乱され、散乱光 1 5 0 としてプロセス装置 1 2 0 の窓 1 2 2 から出射する。

プロセス装置 1 2 0 から出射した散乱光 1 5 0 は、散乱光検出器 1 3 0 によって受光され、2次元画像データとしてコンピュータ 1 0 0 に出力される。

【 0 0 8 6 】

図 6 は、コンピュータ 1 0 0 が行う粒径計算処理を示すフローチャートである

始めに、第 1 の実施の形態と同様に、領域探索部 1 0 1 が、散乱検出器 1 3 0 からコンピュータ 1 0 0 に入力された 2 次元画像データを取得する（ステップ S 2 0 0）。

【0 0 8 7】

そして、領域探索部 1 0 1 は、第 1 の実施の形態と同様に、しきい値以上の輝度値を持つ画素の位置（座標）及び輝度値を検出し、高輝度画素情報として粒径計算部 1 0 9 に出力する。

粒径計算部 1 0 9 は、領域探索部 1 0 1 から入力された高輝度画素情報から散乱光の強度を算出する（ステップ S 2 0 1）。

【0 0 8 8】

そして、粒径計算部 1 0 9 は、算出した散乱光 1 5 0 の強度とレイリー散乱の公式とを使用し、パーティクルの粒径を求める（ステップ S 2 0 2）。なお、具体的な計算については、後述する。

粒径計算部 1 0 9 は、求めた粒径が予め記憶した基準粒径より大きいかな否かを判別する。即ち、粒径計算部 1 0 9 は、プロセス装置 1 0 0 内で発生したパーティクルが、製造される半導体に不良を発生させるかな否かを判別する（ステップ S 2 0 3）。

【0 0 8 9】

求めた粒径が基準粒径以下、即ち、プロセス装置 1 2 0 内で発生したパーティクルは製造される半導体に不良を発生させないと判別した場合（ステップ S 2 0 3 ; N O）、粒径計算部 1 0 9 は製造中止信号を出力しないので、プロセス装置 1 0 0 は半導体の製造を継続する。このため、散乱光検出器 1 3 0 からコンピュータ 1 0 0 に、次の 2 次元画像データが入力される。即ち、コンピュータ 1 0 0 は、ステップ S 2 0 0 にリターンして上記処理を行う。

【0 0 9 0】

求めた粒径が基準粒径よりも大きい、即ち、プロセス装置 1 2 0 内で発生したパーティクルは製造される半導体に不良を発生させると判別した場合（ステップ S 2 0 3 ; Y E S）、粒径計算部 1 0 9 は、プロセス装置 1 2 0 に製造中止信号

を出力し（ステップ S 2 0 4）、半導体の製造を中止させる。

以上で、コンピュータ 1 0 0 が行う粒径計算処理が終了する。

【0 0 9 1】

次に、粒径計算部 1 0 9 が上記ステップ S 2 0 2 で行う粒径の計算について説明する。

上記粒径の計算で使用されるレイリー散乱の公式は、数式 1 で与えられる。

【0 0 9 2】

【数 1】

$$I_1 = [(1 + \cos^2 \theta) / 2 / r^2] \cdot [2\pi / \lambda]^4 \cdot |(m^2 - 1) / (m^2 + 2)|^2 \cdot [a / 2]^6 \cdot I_0$$

【0 0 9 3】

なお、 I_0 は入射レーザ光の強度、 I_1 は散乱光の強度、 θ は入射レーザ光と検出される散乱光とがなす角、 r は散乱光発生地点から散乱光の検出地点までの距離、 λ は入射レーザ光の波長、 m は屈折率、 a はパーティクルの粒径である。

【0 0 9 4】

粒径計算部 1 0 9 に予め与えられているパラメータは、 I_0 、 θ 、 r 、 λ 、及び、 m である。そして、 I_1 は、上記したように粒径計算部 1 0 9 によって求められる。

但し、散乱光検出器 1 3 0 によって検出される散乱光の輝度値、即ち、粒径計算部 1 0 9 によって算出される散乱光の強度は、検出システム（散乱光検出器 1 3 0 等）独自の感度によって、実際の散乱光強度とは異なる。このため、検出システムの感度を補正するための比例定数（ S ）が必要である。この S は、粒径が予め分かっているパーティクルを測定し、実際の大きさと測定した大きさとを比較することによって得られ、数式 2 で表される。

【0 0 9 5】

【数 2】

$$S = q \cdot 5 / I$$

【0 0 9 6】

なお、 q は粒径が既知であるパーティクルに照射された、強度が既知である標

準光源（レーザ）の散乱光の最大輝度値、 I は標準光源の散乱光の強度である。

【0097】

以上の数式及びパラメータから、プロセス装置 120 内で発生したパーティクルの粒径（ a ）を求めることができる。この際、上記したように、粒径計算部 109 は、実験等から求められた関係を用いて散乱光の強度を算出し、その値を上記比例定数（ S ）で補正している。このため、プロセス装置 120 内で発生したパーティクルの相対的な大きさではなく絶対的な大きさ（粒径）を求めることができる。

【0098】

また、以上のようにして求められた粒径が基準粒径より大きい場合、半導体の製造が中止されるため、不良な半導体を製造してしまうことを防止できる。即ち、製造される半導体の高い歩留まりを実現することができる。

【0099】

実際に以上のようにして、プロセス装置 120 内に発生させたチタンのパーティクルに YAG (yttrium alminum garnet) レーザの 2 倍高長波を照射し、CCD カメラを備えた散乱光検出器 130 で粒径を測定した結果を以下に示す。

なお、各パラメータは、 $\theta = 90^\circ$ 、 $r = 1 \text{ m}$ 、 $\lambda = 532 \text{ nm}$ 、 $m = 3.48 + 2.27i$ 、 $I_0 = 4298 \text{ W/cm}^2$ 、 $S = 6.2 \times 10^{14}$ である。これらのパラメータと上記数式とから、プロセス装置 120 内に発生したチタンのパーティクルの粒径（ a ）は 21 nm であると得られた。

【0100】

図 7（a）及び図 7（b）は、それぞれ以上のような粒径の測定を半導体製造装置の稼働中に行い、得られたパーティクルの粒径をプロットした例である。なお、図 7（a）及び図 7（b）中で白丸が左縦軸に示すパーティクルの粒径を表しており、実線や点線が右縦軸に示す半導体製造装置の稼働状態を示すステータス信号を表している。また、図 7（a）及び図 7（b）中の横軸は、半導体製造プロセスの時間を表している。

【0101】

図 7（a）及び図 7（b）から、半導体の製造中にプロセス装置 120 内で発

生するパーティクルの粒径がどのように変化するかが分かる。このような測定によって得られた粒径の情報は、パーティクルの発生原因を調べるための手がかりとして利用することができる。

【0102】

また、大きさが既知である様々な種類のパーティクルを用いて上記と同様の測定を行うことにより、パーティクルモニタシステム（散乱光検出器 130）がどのような大きさのパーティクルまで検出可能であるかというパーティクル検出限界を得ることができる。

【0103】

図 8 は、パーティクルモニタシステムのパーティクル検出限界を示す図である。図 8 中で、縦軸は散乱光によって散乱光検出器 130 を構成する CCD 1 画素に発生する電子数を示している。また、横軸はパーティクルの大きさを示している。なお、パーティクルの種類は、Al（アルミニウム）、Ti（チタン）、W（タングステン）、 Al_2O_3 （酸化アルミニウム）、及び、 SiO_2 （二酸化ケイ素）である。また、CCD 1 画素に発生した電子数は、画素の輝度値に比例しているので、輝度値又は散乱光強度から求められる。

【0104】

パーティクルモニタシステムのパーティクル検出限界は、実際のパーティクルの大きさと、測定によって得られたパーティクルの大きさとが誤差の範囲内で一致しなくなった所である。具体的には、図 8 に示すように、パーティクルの粒径が小さくなるにつれて CCD 1 画素に発生する電子数が少なくなる。そして、電子数がある値（図 8 では 132）より少なくなると、散乱光 150 が背景のノイズと区別されなくなったり、正確な粒径が求められなかったりする。

【0105】

以上のように、パーティクルモニタシステムのパーティクル検出限界が明らかになると、製造する半導体の種類によって、最適な検出限界を有するパーティクルモニタシステムを構成することができる。また、パーティクルモニタシステムのパーティクル検出限界に合わせて、半導体製造の条件を変更したりすることができる。

【0 1 0 6】

なお、パーティクル発生数／大きさ通知部 1 0 6 が粒子の相対的な大きさを求める時、入力部 1 0 7 から入力された基準データの代わりに、過去の測定で得られた最大輝度値、輝度値の総和、及び、画素数を基準値に設定して比較し、粒子の相対的な大きさを求めてもよい。

【0 1 0 7】

さらに、パーティクル発生数／大きさ通知部 1 0 6 が粒子の大きさを求める時、入力部 1 0 7 からの基準データの代わりに、大きさが予めわかっている粒子を使用して実験等で得られた最大輝度値、輝度値の総和、及び、画素数を基準値に設定してもよい。この場合、結果として得られる粒子の大きさは、実際の粒子の大きさを表している。

【0 1 0 8】

また、パーティクル発生数／大きさ通知部 1 0 6 が、入力された最大輝度値情報、輝度値総和情報、及び、画素数情報をデータとしてメモリ等に蓄積すれば、ある期間内に発生した粒子の大きさと数を知ることができる。従って、粒子の大きさやその数についての統計を取ることができ、粒子の発生原因や発生メカニズムを探る手がかりとして利用することもできる。

【0 1 0 9】

上記の画素探索処理において、入力部 1 0 7 から出力される終了信号は、入力部 1 0 7 がタイマー機能も備え、予め設定された時間が経過すると自動的に出力されるようにしてもよい。

【0 1 1 0】

また、以上の実施の形態では、コンピュータ 1 0 0 が、領域内最大輝度値検出部 1 0 2、領域内輝度値総和計算部 1 0 3、及び、領域内画素数計数部 1 0 4 の全ての機能を備える場合を示したが、これらの内の 1 つ又は 2 つだけを備えるような構成にしてもよい。または、パーティクル発生数／大きさ通知部 1 0 6 が、粒子の相対的な大きさを求める時に使用する重みの設定を変更して、領域内最大輝度値検出部 1 0 2、領域内輝度値総和計算部 1 0 3、及び、領域内画素数計数部 1 0 4 の内の 1 つ又は 2 つだけが実質的に機能するようにしてもよい。ただし

、上記のように領域内最大輝度値検出部 1 0 2、領域内輝度値総和計算部 1 0 3、及び、領域内画素数計数部 1 0 4 からの情報を互いに考慮して組み合わせて使用した方が、より正確に粒子の相対的な大きさを求めることができる。

【 0 1 1 1 】

また、パーティクル発生数／大きさ通知部 1 0 6 が粒子の相対的な大きさを求める方法は、最大輝度値、輝度値の総和、及び、画素数のそれぞれから得られた大きさに重みをかけて平均をとる方法に限定されない。例えば、初めに最大輝度値から得られた相対的な大きさと、輝度値の総和から得られた相対的な大きさとの平均をとり、この平均値と画素数から得られた相対的な大きさとの平均をとるという方法がある。このほかにも、目的等に応じて適宜変更可能である。

【 0 1 1 2 】

さらに、レーザ光 1 4 0 の散乱光 1 5 0 は、粒子の大きさだけでなくその形状によっても異なるので、予め粒子の形状を考慮して高輝度画素情報を処理することにより、より正確な粒子の大きさを求めることができる。

【 0 1 1 3 】

また、レーザ光源装置 1 1 0 は、駆動装置を備えて、必要に応じてレーザ 1 4 0 をある領域内で走査させてもよい。

【 0 1 1 4 】

また、表示部 1 0 8 は、スピーカ等を備え、粒子の数や大きさを画面等に表示すると共に、音声によって、粒子の数や大きさを使用者に通知するようにしてもよい。

【 0 1 1 5 】

また、第 2 の実施の形態で、コンピュータ 1 0 0 の領域内最大輝度値検出部 1 0 2 は、検出した最大の輝度値を示す最大輝度値情報をパーティクル発生数／大きさ通知部 1 0 6 及び粒径計算部 1 0 9 に出力し、粒径計算部 1 0 9 は、パーティクル発生数／大きさ通知部 1 0 6 から入力された最大輝度値情報で示される最大の輝度値から散乱光 1 5 0 の強度を求めるようにしてもよい。但し、このような構成にする場合、予め最大輝度値と散乱光強度との関係を実験や理論式等から求め、粒径計算部 1 0 9 にセットしなければならない。このように、実験や理論

式等から得た関係を用いて散乱光強度を求めることによって、パーティクルの絶対的な（実際の）大きさを求めることができる。

【0 1 1 6】

また、粒径計算部 1 0 9 が求めた粒径や、プロセス装置 1 2 0 に製造中止信号を出力した旨のメッセージ等を表示部 1 0 8 に表示し、パーティクルモニタシステムの使用者に通知するようにしてもよい。

【0 1 1 7】

また、第 2 の実施の形態で、パーティクルの粒径が基準粒径よりも大きくなって半導体の製造を中止した後、炉内を加熱するなどして炉内の反応副生成物を除去するようにしてもよい。このようにすると、炉内に一定以上の反応副生成物が存在しないようにすることができ、パーティクルの発生を一定以下に抑えることができる。結果として、製造される半導体の高い歩留まりを実現することができる。

【0 1 1 8】

なお、コンピュータ 1 0 0 が備える上記の機能は、例えば、上述の各処理を行うためのプログラム及びデータを記録媒体（FD、CD-ROM、MO等）に記録して配布し、これをインストールしてOS（Operating System）上で実行することにより実現できる。

【0 1 1 9】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明により、粒子に対応する画素領域の画素数、最大輝度値、及び、輝度値の総和という単純な情報を基準値と比較するだけで、粒子の相対的な大きさを求めることができる。従って、簡単な構成で粒子の相対的な大きさを求めることができ、さらに粒子の相対的な大きさを求めるまでの時間を短縮することができる。

また、散乱光の強度からパーティクルの絶対的な大きさを求めることができる。このため、測定したパーティクルが、半導体の製造によって発生したものであるれば、パーティクルの大きさが製造中の半導体に不良を発生させる大きさである場合は、半導体の製造を中止することができる。即ち、製造される半導体の高い

歩留まりを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 の実施の形態にかかるパーティクルモニタシステムの構成を示す図である。

【図 2】

反射光を検出した画素の状態を示す図である。

【図 3】

第 1 の実施の形態にかかるパーティクルモニタシステムを構成するコンピュータの構成を示す図である。

【図 4】

パーティクルモニタシステムを構成するコンピュータが行う画素探索処理を示すフローチャートである。

【図 5】

第 2 の実施の形態にかかるパーティクルモニタシステムを構成するコンピュータの構成を示す図である。

【図 6】

パーティクルモニタシステムを構成するコンピュータが行う粒径計算処理を示すフローチャートである。

【図 7】

半導体の製造プロセス中に粒径を測定した結果を示す図である。

【図 8】

パーティクルモニタシステムのパーティクル検出限界を測定した結果を示す図である。

【図 9】

従来のパーティクルモニタシステムの構成を示す図である。

【符号の説明】

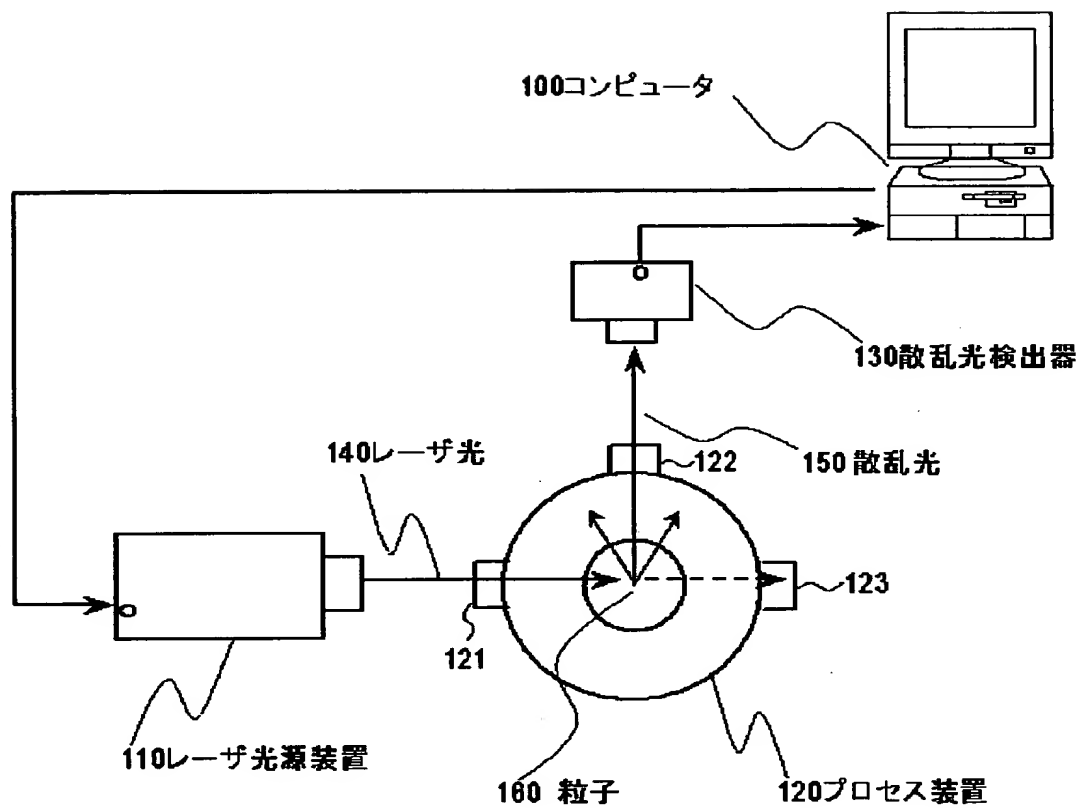
1 1 レーザ光源

1 2 散乱光検出器

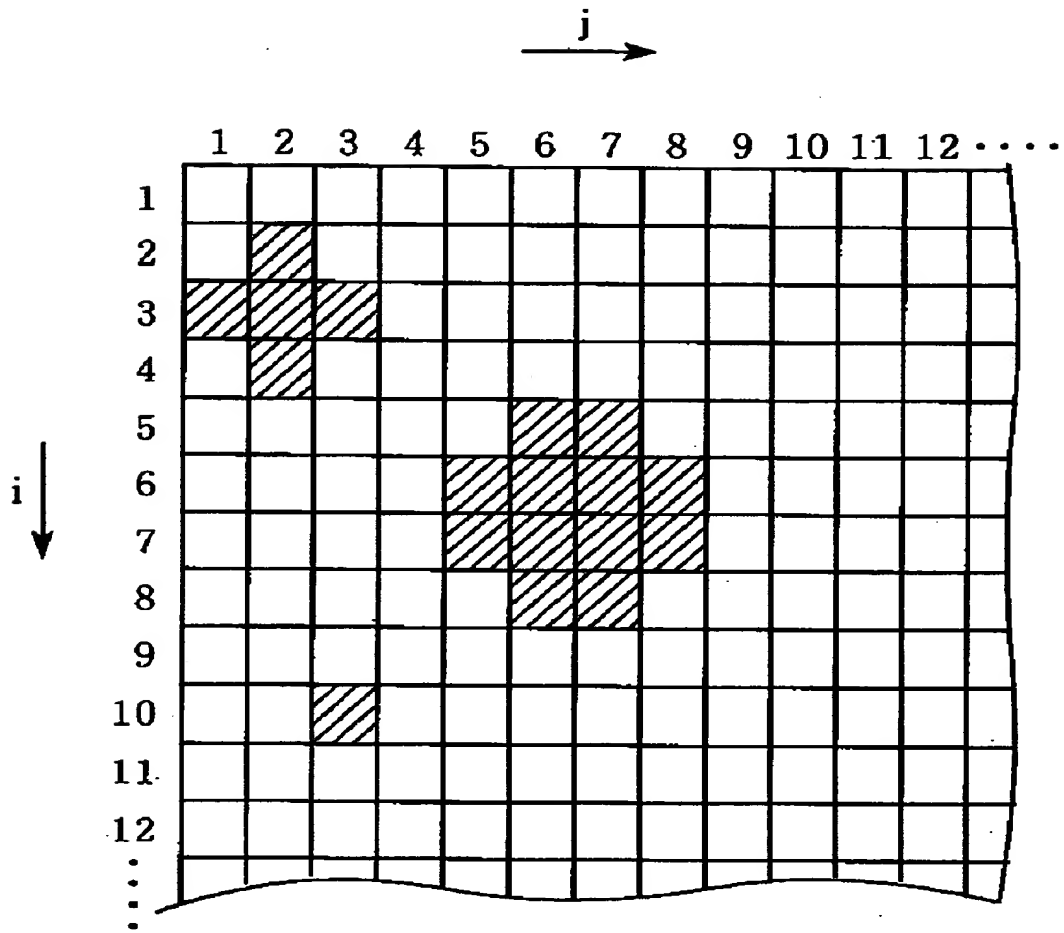
- 1 3 振動ミラー
- 1 5 反応チャンバ
- 1 6 導入窓
- 1 7 検出窓
- 1 8 ビームダンパ
- 1 9 粒子
- 1 0 0 コンピュータ
- 1 0 1 領域探索部
- 1 0 2 領域内最大輝度値検出部
- 1 0 3 領域内輝度値総和計算部
- 1 0 4 領域内画素数計数部
- 1 0 5 パーティクル発生数計数部
- 1 0 6 パーティクル発生数／大きさ通知部
- 1 0 7 入力部
- 1 0 8 表示部
- 1 0 9 粒径計算部
- 1 1 0 レーザ光源装置
- 1 2 0 プロセス装置
- 1 2 1 窓
- 1 2 2 窓
- 1 2 3 吸収器
- 1 3 0 散乱光検出器
- 1 4 0 レーザ光
- 1 5 0 散乱光

【書類名】 図面

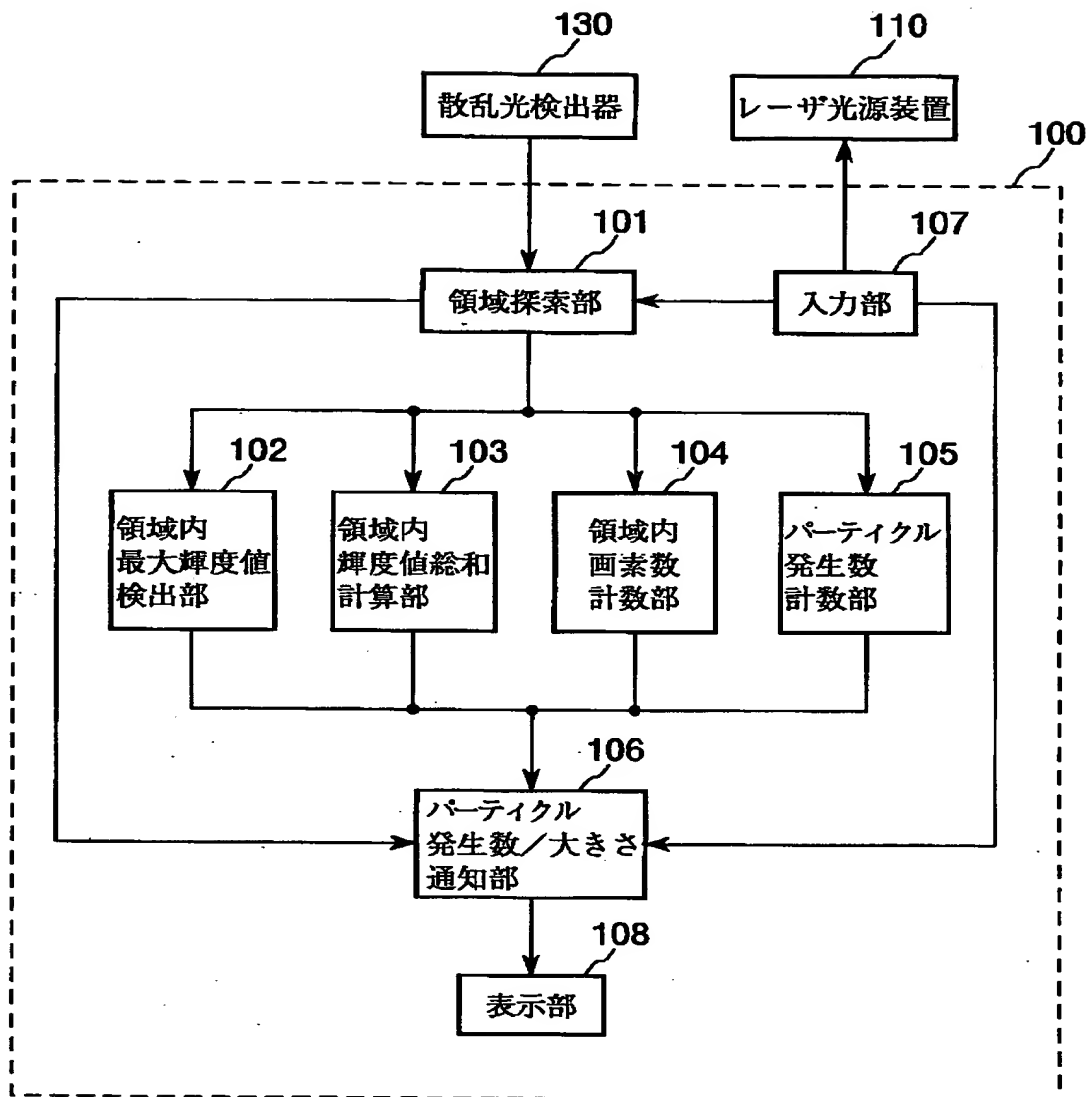
【図 1】



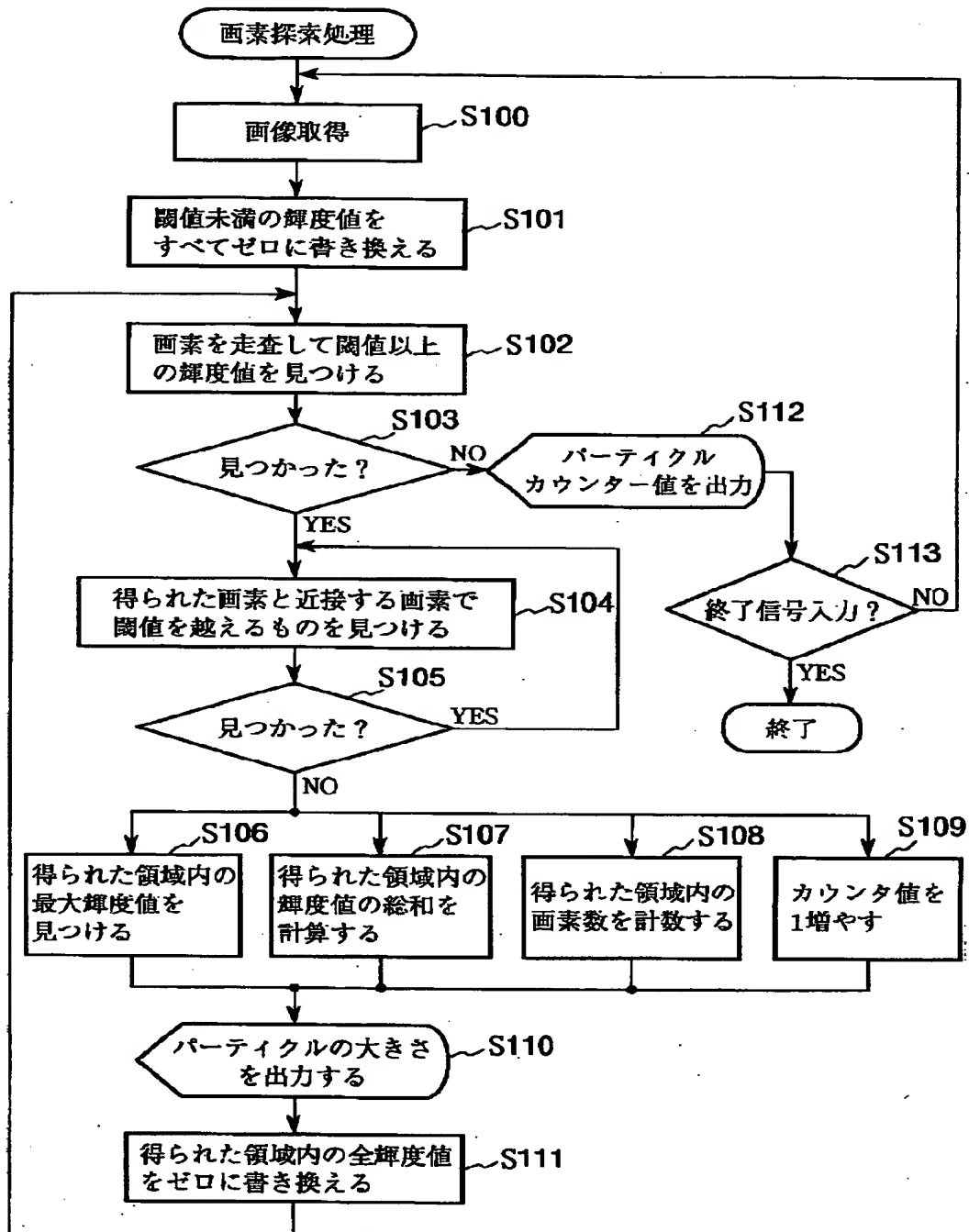
【図 2】



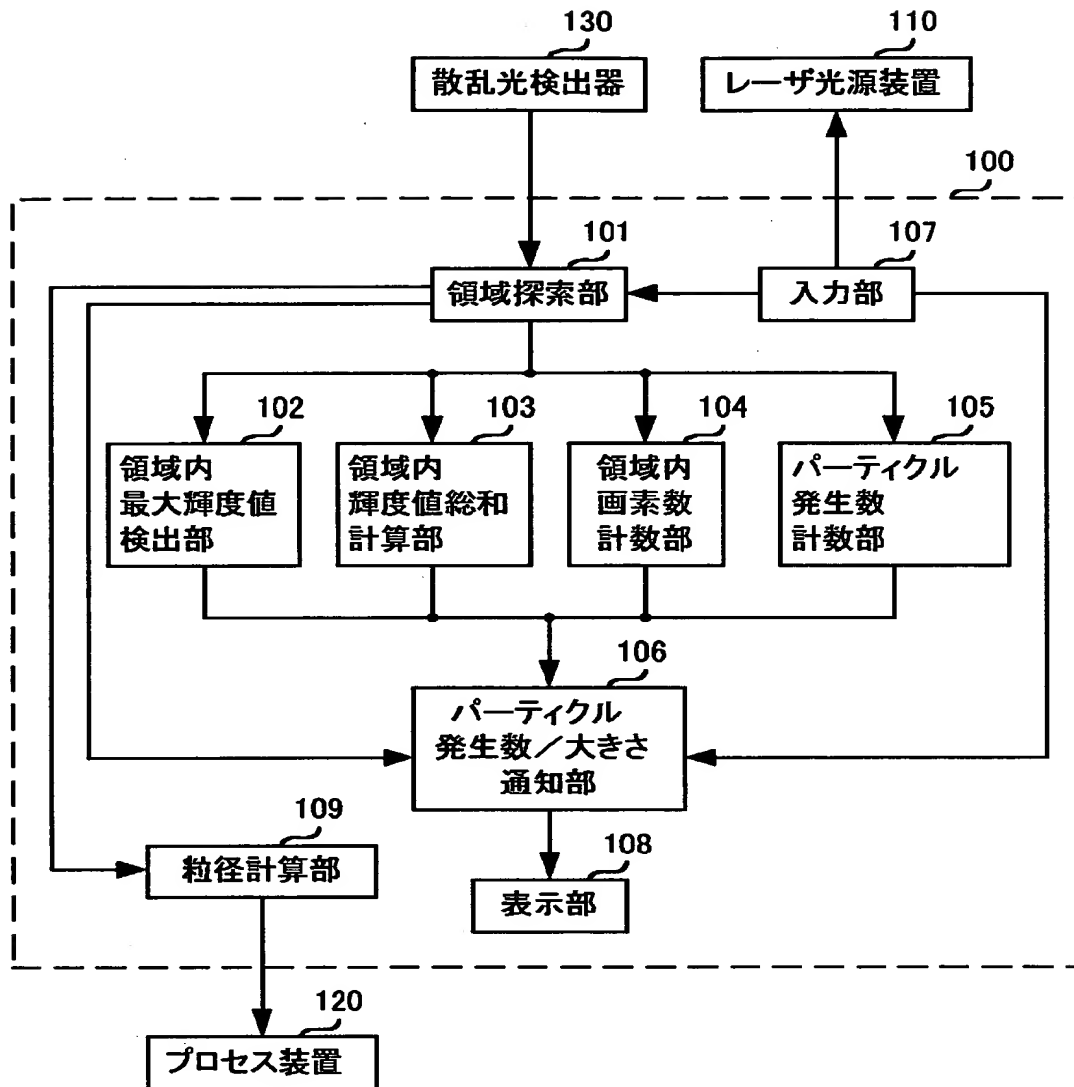
【図 3】



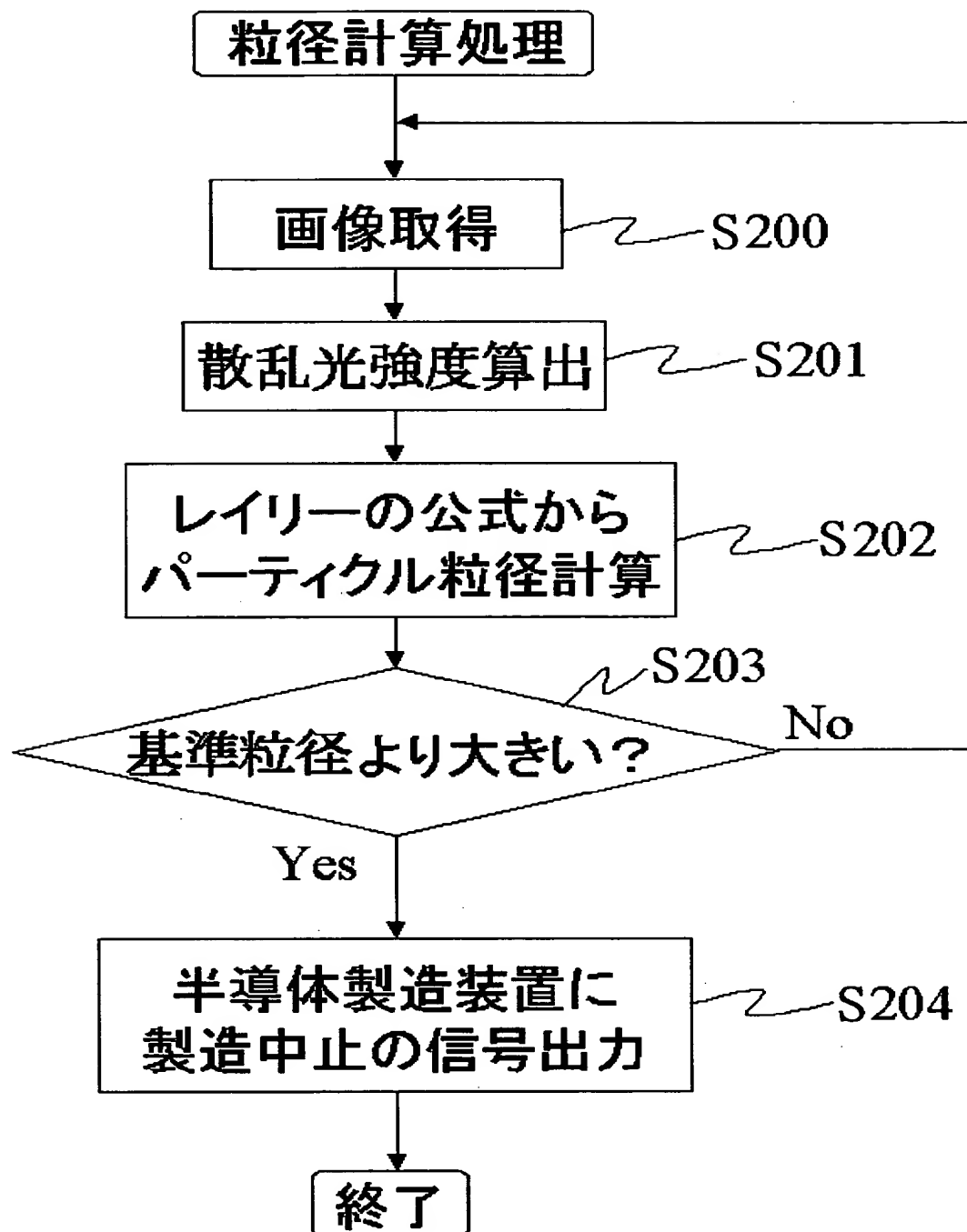
【図 4】



【図 5】

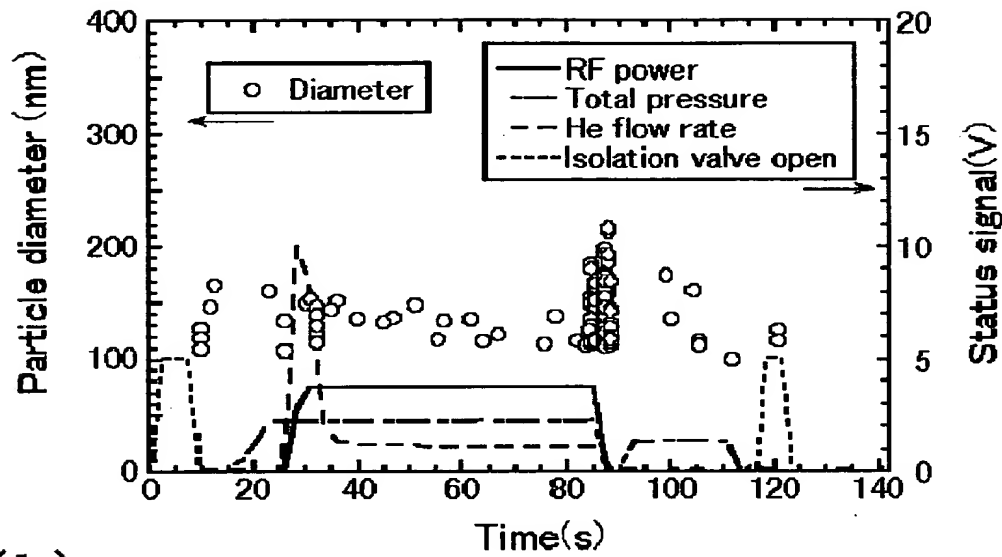


【図 6】

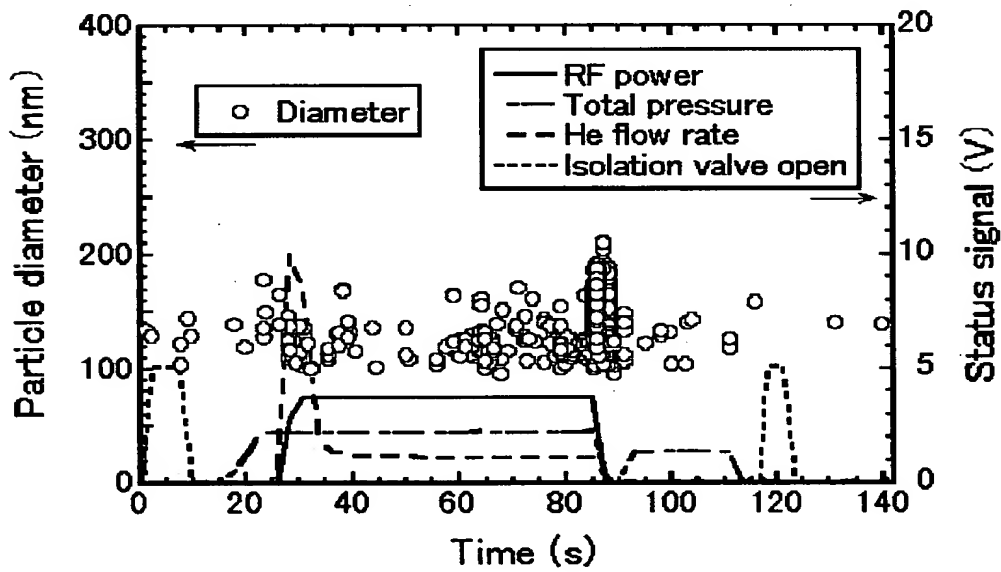


【図 7】

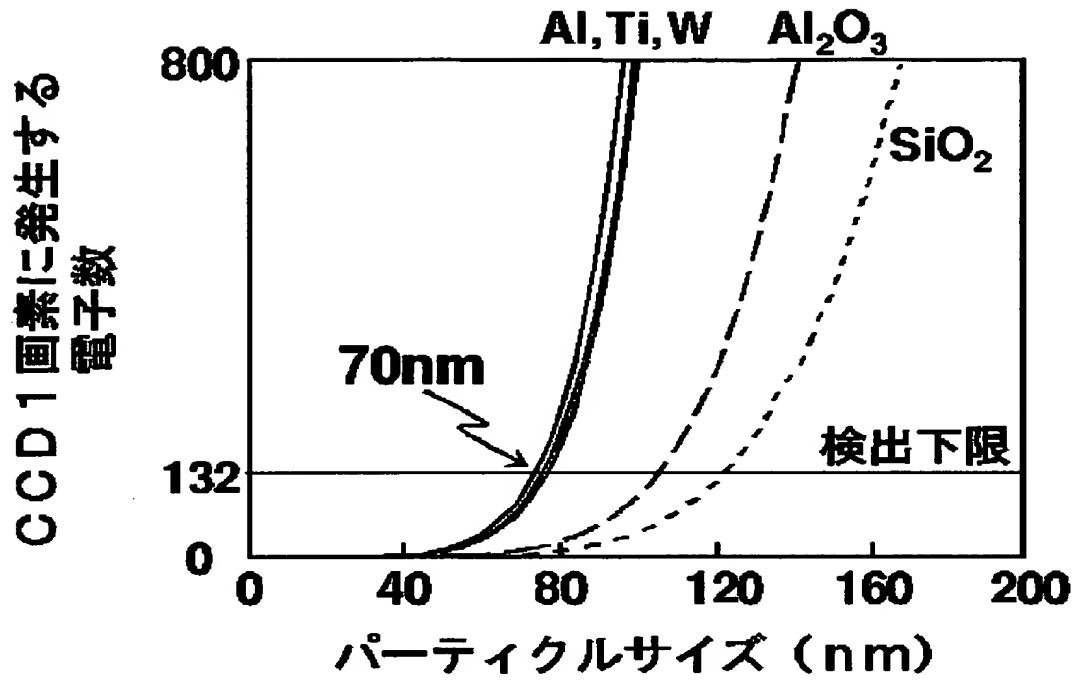
(a)



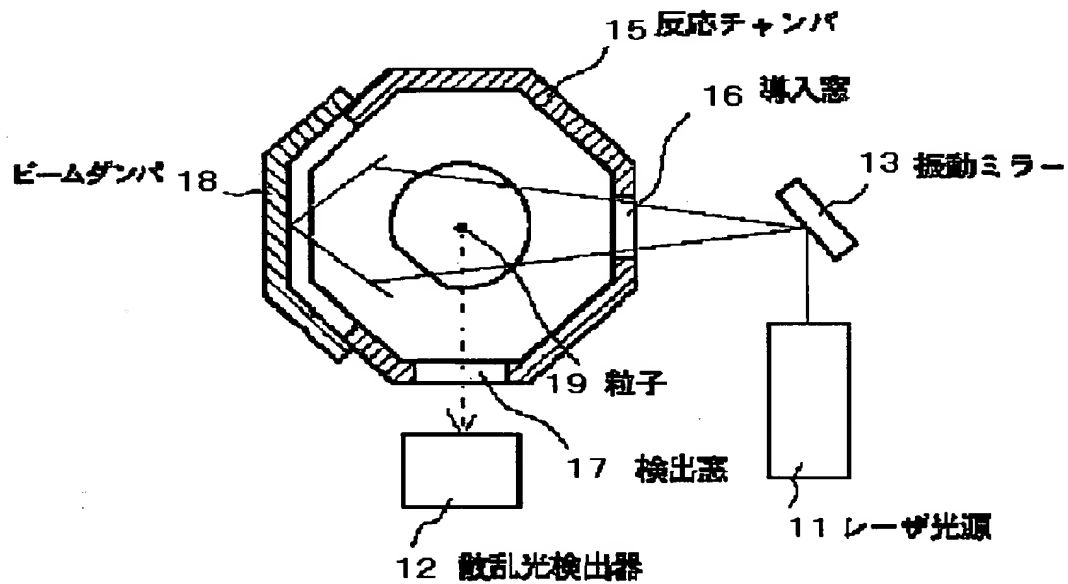
(b)



【図8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡単な構成で粒子の相対的な大きさを求める。

【解決手段】 領域探索部 1 0 1 は、粒子によって散乱されたレーザ光を受光した散乱光検出器 1 3 0 から、複数の画素の輝度値を画像データとして受け取る。領域探索部 1 0 1 は、画像データで示される各画素の輝度値を、入力部 1 0 7 から入力されたしきい値と比較し、しきい値以上の輝度値を持つひとまの画素領域を、1 つの粒子によって散乱されたレーザ光が入射した領域として検出する。領域内最大輝度値検出部 1 0 2 は、領域探索部 1 0 1 が検出した画素領域内の最大輝度値を検出する。パーティクル発生数／大きさ通知部 1 0 6 は、領域内最大輝度値検出部 1 0 2 が検出した最大輝度値を、入力部 1 0 7 によって設定された基準値と比較し、粒子の相対的な大きさを求める。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区芝五丁目7番1号
氏 名	日本電気株式会社